

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное
государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2018г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «БАШМАК РЕССОРЫ»

Выпускная квалификационная работа
По направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
Профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
Профилизации «Технология и оборудование машиностроения»
Идентификационный код ВКР: 837

Исполнитель
Студент гр. ЗТО-503

А.С. Крюков

Руководитель
Доцент к.т.н.
Суриков

В.П.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
Высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «БАШМАК РЕССОРЫ»

Выпускная квалификационная работа
По направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
Профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
Профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 837

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 93 странице, содержит 20 рисунков, 27 таблиц, 31 источников литературы, а также, пять приложений на 33 страницах.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «БАШМАК РЕССОРЫ», ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ОЦ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ.

Разработка технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использование обрабатывающего центра с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ	7

					ДП 44.03.04.837.ПЗ		
	1.1.	Служебное назначение детали			7		
Из	Лис	№	Подп.	Дата			
Разрб.	Крюков А.С.	Технические требования, предъявляемые к детали			Лит.	Лист	Лист
Пров.	Суриков В.П.	ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ				1	81
	1.3.	Характеристика материала детали			ФГАОУ ВО РГПУ им. О		
Н.	Суриков В.П.	ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «БАШМАК			Группа ЗТО-503		
		РЕССОРЫ»					
Зав. каф.	Бородина Н.В.	1.4. Анализ технологичности конструкции детали			9		

1.4.1. Качественный анализ	9
1.4.2. Количественный анализ детали	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.	11
2.1. Выбор типа производства	11
2.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	11
2.3. Расчет припусков.....	12
2.3.1. Расчет припусков аналитическим методом.....	12
2.3.2. Табличный метод расчета припусков.....	16
2.4. Выбор металлорежущего инструмента.....	18
2.5. Режимы резания.....	22
2.6. Выбор технологических баз.....	22
2.7. Выбор оборудования.....	25
2.8. Разработка технологического процесса.....	29
2.9. Средства технического контроля.....	30
2.10. Расчет норм времени.....	31
2.11. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ	33
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	36
3.1. Определяем количество нужного технологического оборудования.....	36

3.2.	Определение	капитальных	вложений38
3.3.	Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия.....49			49
4.	МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....51			51
4.1.	Система	переподготовки персонала.....51		51
4.2.	Анализ учебной документации.....53			
4.3.	Составление учебного плана.....55			
4.4.	Составление	перспективно-тематического плана.....57		57
4.5.	План-конспект урока.....61			
4.6.			Итоговый контроль.....77	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....78				78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ79				79
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов82				82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект технологической документации85				85
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Фрагмент управляющей программы на станок90				90
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Технико-экономические показатели.....92				92
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Презентация занятия93				93

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вектор развития мировой экономики направлен в сторону формирования «шестого технологического уклада», который основывается на био и нанотехнологиях, мехатронике и робототехнике, технологиях виртуальной реальности, плазмонике и нанофотонике, 3D принтерных технологиях и технологиях геномной инженерии. Академик РАН Е. Н. Каблов еще в 2010 г. Отмечал, что шестой технологический уклад будет оформляться в течение 2010 - 2020 годов, а в фазу зрелости вступит в 2040-е годы, причем в 2020 - 2025 годах произойдет новая технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения указанных базовых направлений

В настоящее время в России господствуют пятый и четвертый и третий технологический уклады, причем технологии пятого уклада, основанного на достижениях атомной энергетики, составляют всего 10 %, более 50 % технологий относятся к технологиям четвертого уклада, базирующегося на углеводородной и отчасти ядерной энергетике, и почти треть – к технологиям третьего уклада, в основе которого лежат технологии преобразования электрической энергии

Экономике России жизненно необходимо сделать качественный скачок в направлении шестого технологического уклада, фактически, перескочить через пятый технологический уклад, в ином случае Россия может потерять свою независимость. Указанные условия и определяют направления современной индустриализации в России.

Использование станков с ПУ дает возможность улучшить точность механической обработки, повысить производительность труда на каждом этапе деятельности, минимизировать издержки по производству продукции.

Изм.					Лист	
Лист					5	
№ докум.						
Подпись						
Дата						

ДП.44.03.04.837.ПЗ

создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Башмак Рессоры» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ (обрабатывающий центр) для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ технологичности детали;
- выбор современного оборудования и режущего инструмента;
- разработка операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В разработанном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

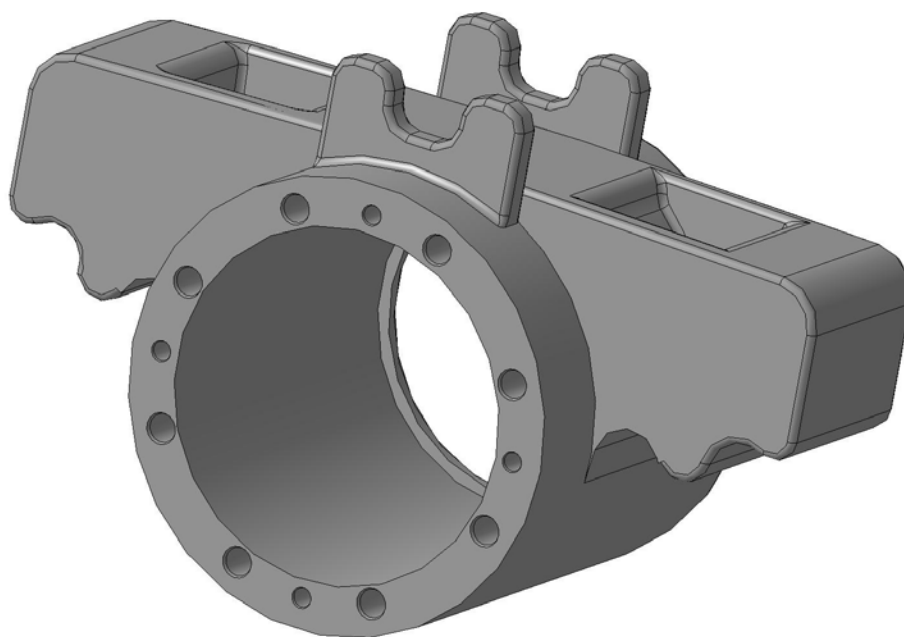


Рисунок 1 - 3D модель корпусной детали « Башмак рессоры »

1.1. Служебное назначение детали

Деталь «Башмак рессоры» входит в конструкцию задней балансирной подвески. Рама тележки через балансирное устройство (башмак) опирается через рессоры на оси тележки. Балансирное устройство образуется башмаком и кронштейном балансира, создавая не жесткое крепление и передавая крутящий момент.

«Башмак рессоры» промежуточное звено между рамой и рессорой. Основная область применения в автомобилестроении, в данном случае при

производстве автомобиля «КАМАЗ».

ДП 44.03.04.837.ПЗ

Лист

7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Деталь «Башмак рессоры» относится к подклассу «корпусные детали», она изготавливается из высокопрочного чугуна ВЧ50 ГОСТ 7293-85, масса детали $m_d=26,6\text{кг}$.

1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

1. Выполнить механическую обработку детали Ra 12,5 и Ra 3.2;

Остальные Rz 25.

2. Неуказанные допуски H14, h14, $\pm IT/2$

3. Твердость 153...245 HB.

1.3. Характеристика материала детали

Таблица 1 - Марка чугуна

Марка	ВЧ50
Заменители (аналоги)	EN-GJS-500-7 EN-JS1050 GJS500-7
Классификация	Чугун с шаровидным графитом
Применение	Для изделий с высокой прочностью и удовлетворительной пластичностью

Таблица 2 - Химический состав чугуна ВЧ50 (ГОСТ 7293-85), %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mg
3,27-3,43	2,19-2,23	0,47-0,68	До 0,2	До 0,2	-	0,05-0,07

Таблица 3 - Механические свойства чугуна ВЧ50 (ГОСТ 7293-85), %

ДП 44.03.04.837.13

Лист

8

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Временное сопротивление при растяжении, σ_B , МПа	Относительное удлинение, δ , %, не менее	Твердость по Бринеллю, НВ
500	7,0	153-245

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

1.4.1. Качественный анализ

Конфигурация детали и материал, из которого она изготовлена, позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

Предусмотрены удобные и надежные технологические базы. Обеспечена достаточная жесткость детали.

Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

На переднем торце детали имеются 8 отверстий М12 и 4 отверстия М8

Шероховатость обработанного внутреннего цилиндра Ra 3.2.

Шероховатость остальных обработанных поверхностей Ra 12.5.

На заднем торце детали имеется внутренняя ступень

С шероховатостью Ra 12.5.

Шероховатость остальных поверхностей Ra 2.5.

					Требования к точности линейных размеров	Лист
					детали 103.04.137.ПЗ	9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требования к точности диаметральных размеров Н6-Н11.

Требования к точности отливки Н9-Н11

Позиционный допуск к расположению отверстий на переднем торце детали 0,3 мм относительно базы Д.

1.4.2. Количественный анализ детали

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4:

где T_i – квалитеты;

$Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

N_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Коэффициент точности определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Коэффициент точности

T_i	N_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	N_i	$T_i \cdot n_i$
6	8	48	10	1	10
7	5	35	11	1	11
8	2	16	14	17	238

$$\sum n_i = 34; \quad \sum T_i \cdot n_i = 358$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{358}{34} = 10,53$$

$$R_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{10,53} = 0,905$$

Коэффициент шероховатости определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 5.

Таблица 5 - Коэффициент шероховатости

	$Ш_i$	N_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	N_i	$Ш_i \cdot n_i$	Лист
	2,5	2	5,0	8,3	13	81,9	10
Изм.	3,2	1	3,2	12,5	6	75	

$$\sum n_i = 22; \quad \sum \Pi_i \cdot n_i = 165,1$$

$$\Pi_{cp} = \frac{\sum \Pi_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{165,1}{22} = 7,505$$

$$R_{\Pi} = 1 - \frac{1}{\Pi_{cp}} = 1 - \frac{1}{7,505} = 0,867$$

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

2.1. Выбор типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали, тип производства представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелко серийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-200	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В соответствии с таблицей 6, при массе детали 26,2 кг и годовом объеме выпуска 2500 шт., определим тип производства как среднесерийное.

Размер партий деталей в среднесерийном производстве может быть определен по формуле:

$$N = \frac{N^* \cdot a}{254} = \frac{2500 \cdot 12}{254} = 118 \text{ шт.}$$

2.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Выбор метода получения заготовки очень важен т.к. он закладывает

большую часть стоимости заготовки. Для данной детали «Башмак рессоры» ДП 44.03.04.837.113

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					11

при анализе чертежа и технических требований изделия было выявлено что

заготовка для данного изделия литая с точностью литья 9-14 класса что соответствует ГОСТ Р 53464-2009.

При среднесерийном производстве возможно использовать два варианта получения заготовки, литье в песчаные(земляные) формы и литье в кокиль.

В таблице 7 приведены исходные данные для сравнения вариантов заготовок.

Таблица 7 – Исходные данные для сравнения вариантов заготовки

Общие исходные данные	Наименование показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали ВЧ 50 Масса детали $m_d = 26,2 \text{ кг}$ Годовая программа N=2500 шт. Тип производства Среднесерийное	Вид заготовки Масса заготовки Коэффициент использования материала	Литьё в песчаные формы 38,4 0,682	Литьё в кокиль 34,2 0,766

Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что первый вариант получения заготовки оптимален (литьё в песчаные формы), но целесообразнее будет его заменить на второй вариант получения заготовки (литье в кокиль), т.к. масса заготовки при втором варианте меньше, а коэффициент использования материала больше.

2.3. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

2.3.1. Расчет припусков аналитическим методом

Заготовка – отливка в кокиль.

Материал – ВЧ 50 ГОСТ 7293-85.

Масса заготовки $m_{\text{заг}}=26,2\text{кг}$.

Точность отливки 7-0-0-8 ГОСТ 26645-85.

Определим припуски на размер отверстия $\varnothing 150\text{H}7(^{+0,040})$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 150\text{H}7(^{+0,040})$:

- черновое растачивание;
- чистовое растачивание;
- тонкое растачивание.

Определим элементы припуска [1, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и занесём в таблицу 8.

Определим пространственные отклонения заготовки [2, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2},$$

где $\rho_{\text{см}}$ - смещение поверхностей, примем 1,8мм;

$\rho_{\text{кор}}$ - коробление поверхностей, определим по формуле:

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot \ell = 0,8 \cdot 180 = 0,061 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{1,8^2 + 0,061^2} \approx 1,8 \text{ мм} = 1800 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

После чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 1800 = 90 \text{ мкм.}$$

После чистового растачивания:

					$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 1800 = 36 \text{ мкм}$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13	

Погрешность установки определим по [2, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 8.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 8:

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

Графу D_p заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу D_{\min} получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{\max} определим путем сложения допусков к минимальным размерам D_{\min} .

Результаты занесем в таблицу 8.

Определим минимальные значения припусков по формуле:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}$$

Максимальные значения припусков определим по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np},$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 8.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{оном} = 2 \cdot Z_{о\min} + \frac{\delta_z}{2} - \delta_z = 3,54 + \frac{1,8}{2} - 0,04 = 4,40 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max}^{np} - Z_{\min}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

									Лист
Изм.	Лист	4,70 - 3,3 = 1,8	0,40 = 1,40	мм.				ДП 44.03.04.837.ПЗ	14
		№ докум.	Подпись	Дата					

$0,360-0,120=0,40-0,16=0,240\text{мм.}$

$0,240-0,120=0,160-0,040=0,120\text{мм.}$

На рисунке 2 изобразим графическую схему припусков и допусков.

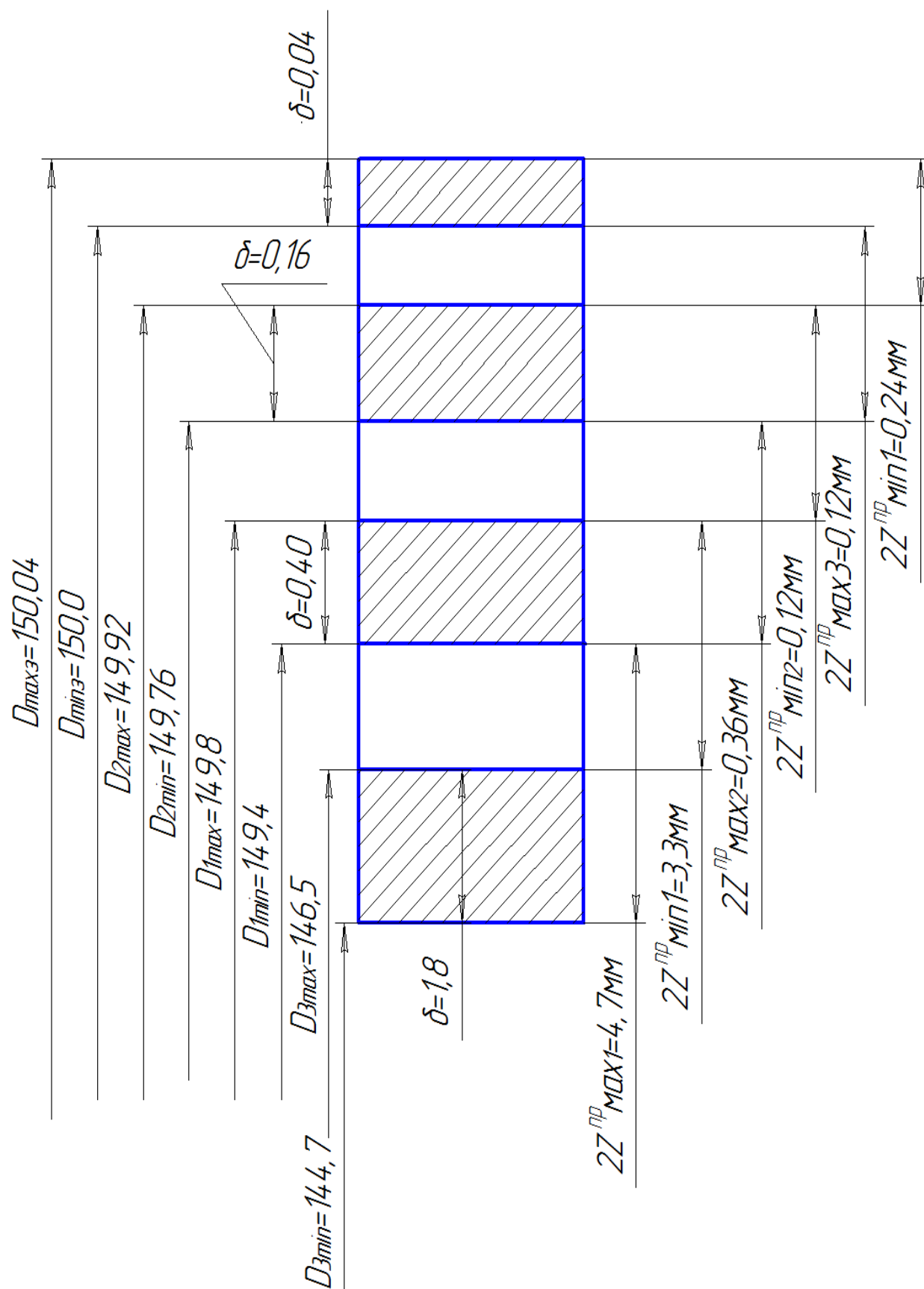


Рисунок 2 – Схема графического расположения припусков и допусков на
обработку отверстия Ø150H7

2.3.2. Табличный метод расчета припусков

На рисунке 3 покажем эскиз детали, поставим размеры и назначим на
них припуски по [3, с.184-189, табл.27-28], а результаты занесем в таблицу 8.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

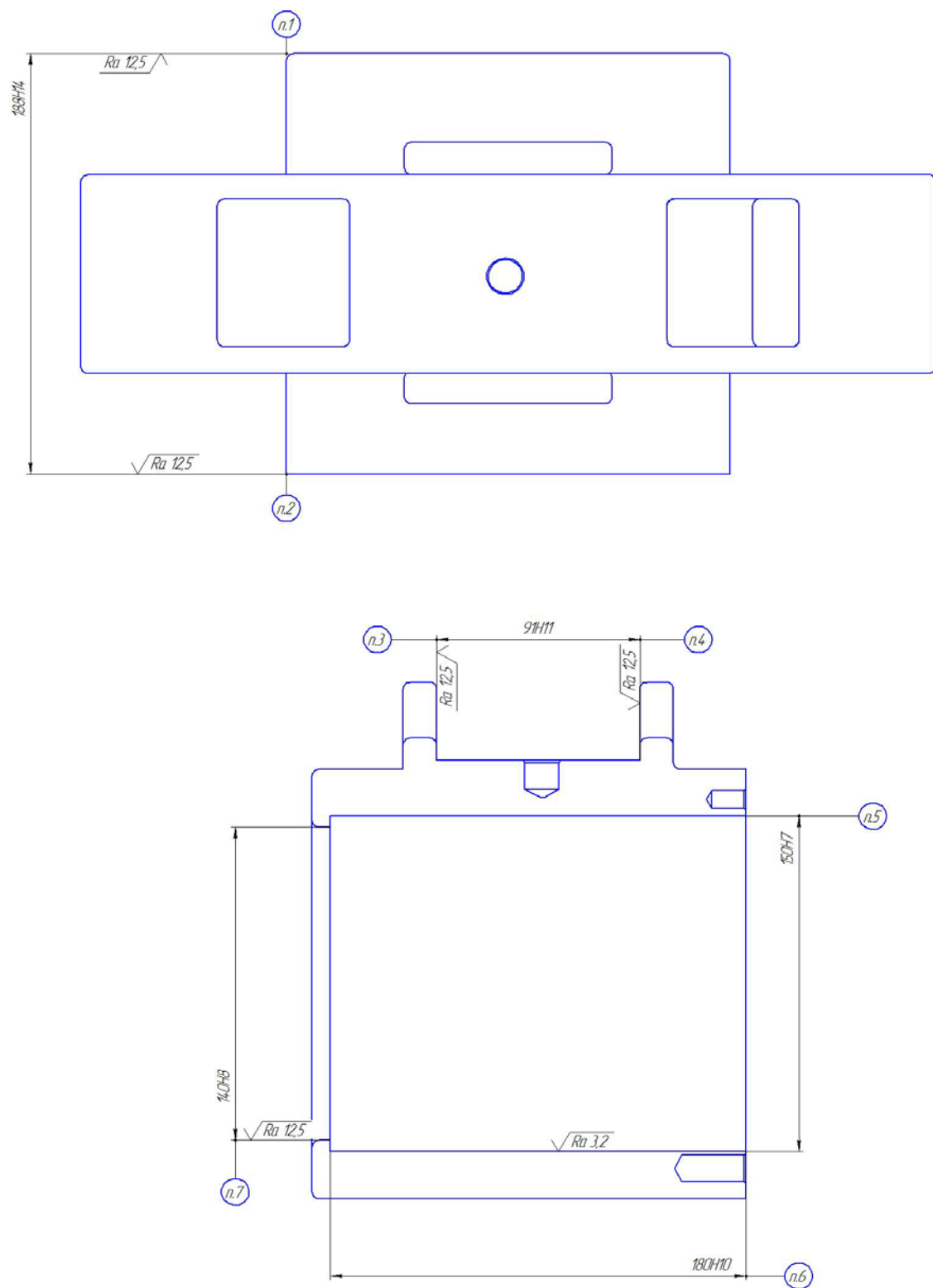


Рисунок 3 – Эскиз детали «Башмак рессоры»

Таблица 8 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы				Поверхность	Припуск на сторону	Допуск	Размер	ВО	НО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	3,5	ДП 4,0	403.04.837.13	+1,0	-1,0	
Заготовка -				1						17

отливка	2	3,5	2,0	195	+1,0	-1,0
	3	2,5	1,4	86	+0,7	-0,7
	4	2,5	1,4	86	+0,7	-0,7
	6	3,0	2,0	180,5	+1,0	-1,0
	7	3,0	1,8	134	+0,9	-0,9
Точение черновое	6	3,0	0,16	180	+0,16	-0
	7	2,8	0,40	139,6	+0,40	-0
Точение чистовое	7	0,2	0,063	140	+0,063	-0
Фрезерование однократное	1	3,5	1,15	188	+0	-1,15
	2	3,5	1,15	188	+0	-1,15
	3	2,5	0,22	91	+0,22	-0
	4	2,5	0,22	91	+0,22	-0

2.4. Выбор металлорежущего инструмента

Механическая обработка изделий является одним из звеньев длинной цепочки производства деталей. Правильно подобранный металлорежущий инструмент позволяет уменьшить срок окупаемости нового оборудования и

	повы	ситель	производительность	уже имеющегося оборудования, повысить	Лист
				ДП 44.03.04.837.ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	18

процент годных деталей с понижением процента брака и создать условия более продуктивной работы операторов.

В данной работе используется обрабатывающие центры с ЧПУ

Инструмент данной фирмы (K3TC) позволяет обрабатывать широкий спектр изделий в машиностроительной отрасли имея широкий ассортимент металлорежущего инструмента и твердосплавных пластин, соответствующих требованиям госта и ISO. Что позволяет использовать его как на современных обрабатывающих центрах, так и на обычном металлообрабатывающем оборудовании.

В процессе подбора инструмента следует изучить чертеж и материал изделия из которого изготовлена заготовка в последующем само изделие.

Материал данного изделия башмак рессоры изготовлен из высокопрочного чугуна марки ВЧ 50.

На скрине ниже показана группа и класс данного материала в соответствии с ISO 513.

К	Чугуны	
	Серый ферритного класса	СЧ10, СЧ15, СЧ18, АЧС-3
	Серый перлитного класса	СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35, АЧС-1, АЧС-2
	Высокопрочный ферритного класса	ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45
	Высокопрочный перлитного класса	ВЧ50, ВЧ60 ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100
	Ковкий чугун	Ферритный: КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ30-6, КЧ33-8, АЧК-1 Перлитный: КЧ50-5, КЧ55-4

Рисунок 4 - группа и класс материала изделия (ВЧ 50)

В данном технологическом процессе используется следующий металлорежущий инструмент.

1. Фреза концевая длиннофрезная серии ZA Ø40 FUAL-40W40-R4ZP11/40 Пластина ZANT110426REK Сплав AP10TT (для обработки

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					19

ДП 44.03.04.837.ПЗ

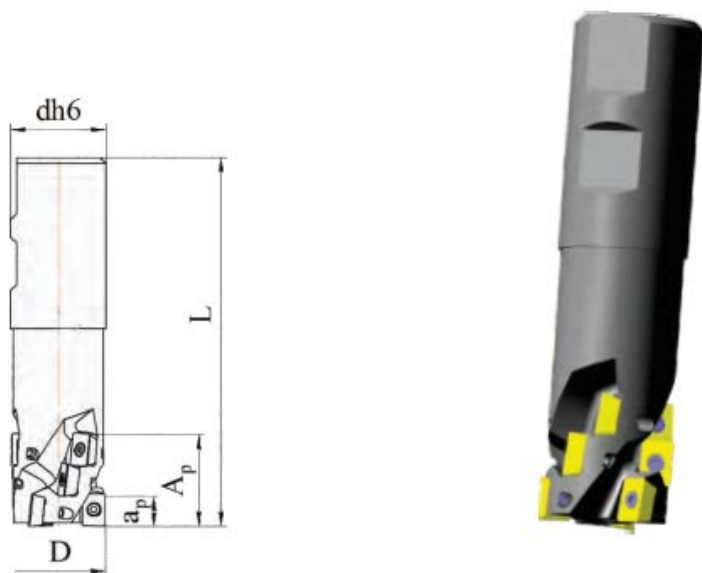


Рисунок 5 - фреза концевая длиннофлюсовая серии ZA Ø40 FUAL-40W40-R4ZP11/40

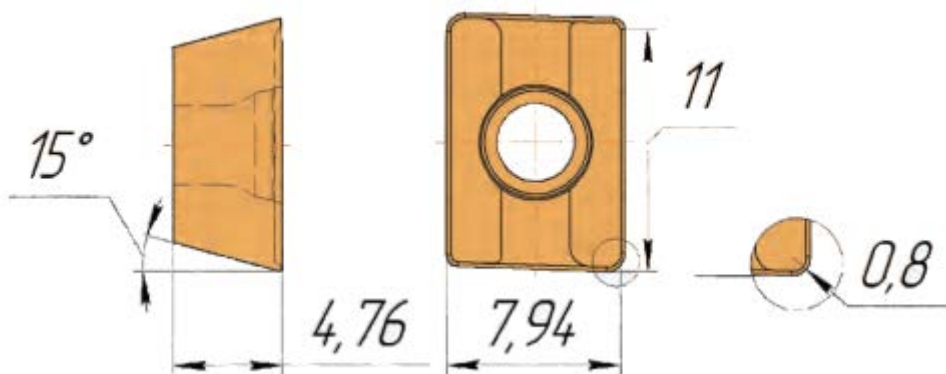


Рисунок 6 - Пластина ZANT110426REK

2. Державка для внутренней обработки с прижимом повышенной жёсткости

S25T-DTFNR/L16-04. Пластина, режущая TNMA-160408 Сплав DC35HT.

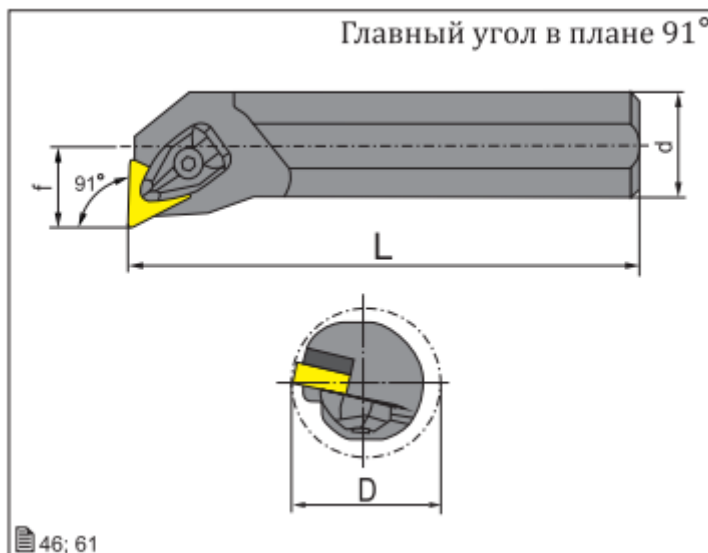


Рисунок 7 - державка для внутренней обработки с прижимом повышенной жёсткости S25T-DTFNR/L16-04

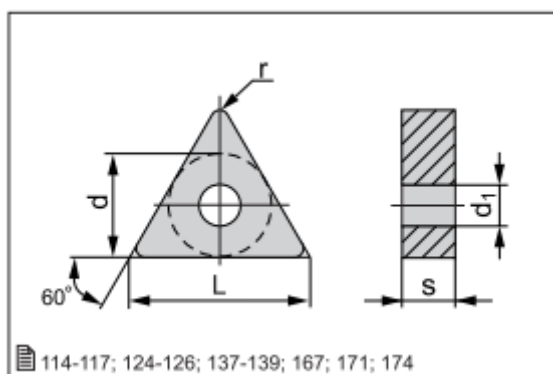


Рисунок 8 - Пластина, режущая TNMA-160408

3. Цельное твердосплавное сверло Ø 15 мм сплав 460XM.

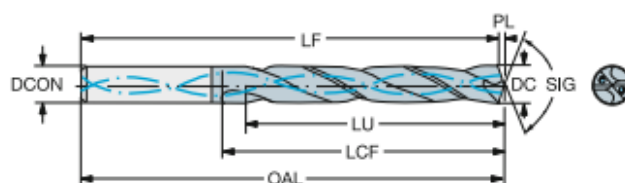


Рисунок 9 - Цельное твердосплавное сверло M8 мм сплав 460XM

4. Цельное твердосплавное сверло M12 мм сплав 460XM.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

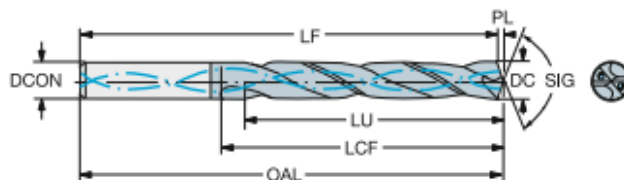


Рисунок 10 - Цельное твердосплавное сверло Ø 11 мм сплав 460XM

5. Цельное твердосплавное сверло Ø 15 мм сплав 460XM.

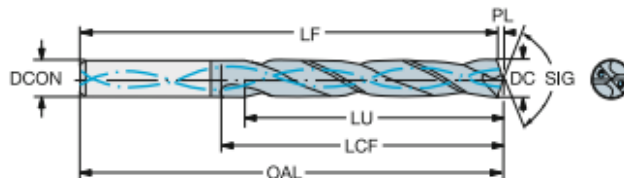


Рисунок 11 - Цельное твердосплавное сверло Ø 15 мм сплав 460XM

6. Метчик для нарезания внутренней метрической резьбы M8.

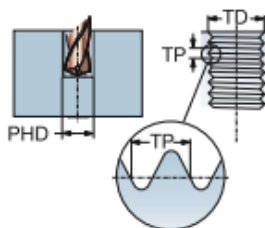


Рисунок 12 - Метчик для нарезания внутренней метрической резьбы M8

7. Метчик для нарезания внутренней метрической резьбы M12*1,25.

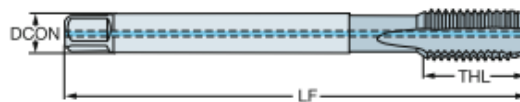
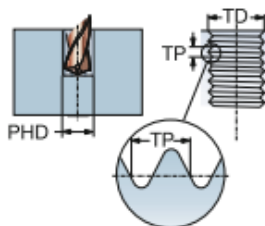


Рисунок 13 - Метчик для нарезания внутренней метрической резьбы M12*1,25

Изм.	Лист	2.5. Режимы резания		

ДП 44.03.04.837.ПЗ

Лист

21

Режимы резания для выбранных инструментов приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Режимы резания для выбранных инструментов

№ инструмента	Режимы резания		
	F_o мм/об	F_p мм/зуб	V м/мин
1	-	0,14-0,18	190-210
2	0,3-0,6	-	150
3	0,2-0,6	-	215
4	0,2-0,4	-	215,00
5	0,2-0,4	-	215
6	1,25	-	50
7	1,25	-	50

2.6. Выбор технологических баз

Правильный выбор технологических баз облегчает выбор оборудования и используемого для обработки изделия металлорежущего инструмента.

Тем самым повышается в значительной степени точность обработки изделия.

Исходные данные для назначения технологических баз является чертеж детали, технические требования, предъявляемые к изделию, вид и точность используемой заготовки.

Правильный выбор технологических баз позволяет упростить механическую обработку изделия, при этом повысив точность этой самой обработки.

Эскиз детали с обозначенными поверхностями для механической обработки представлены на рисунке 14.

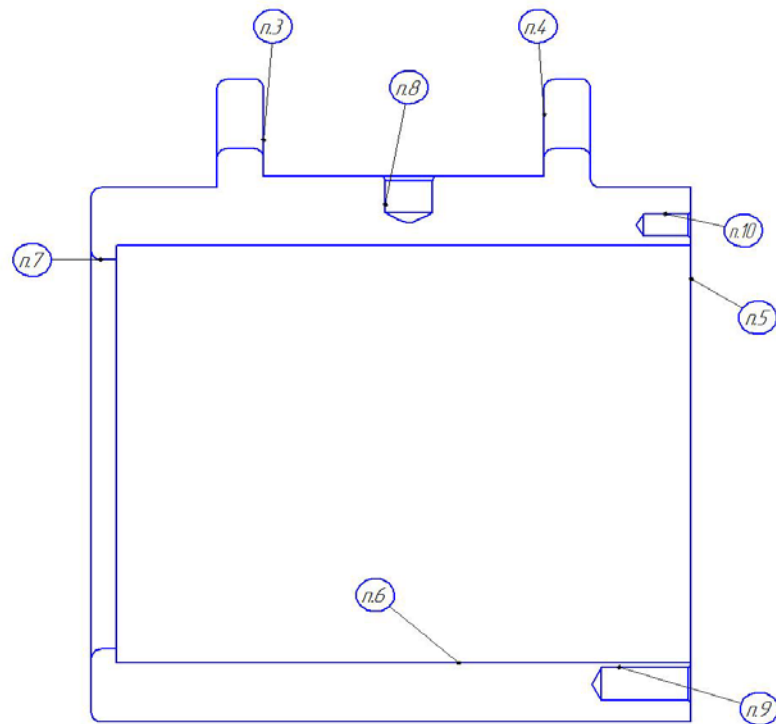
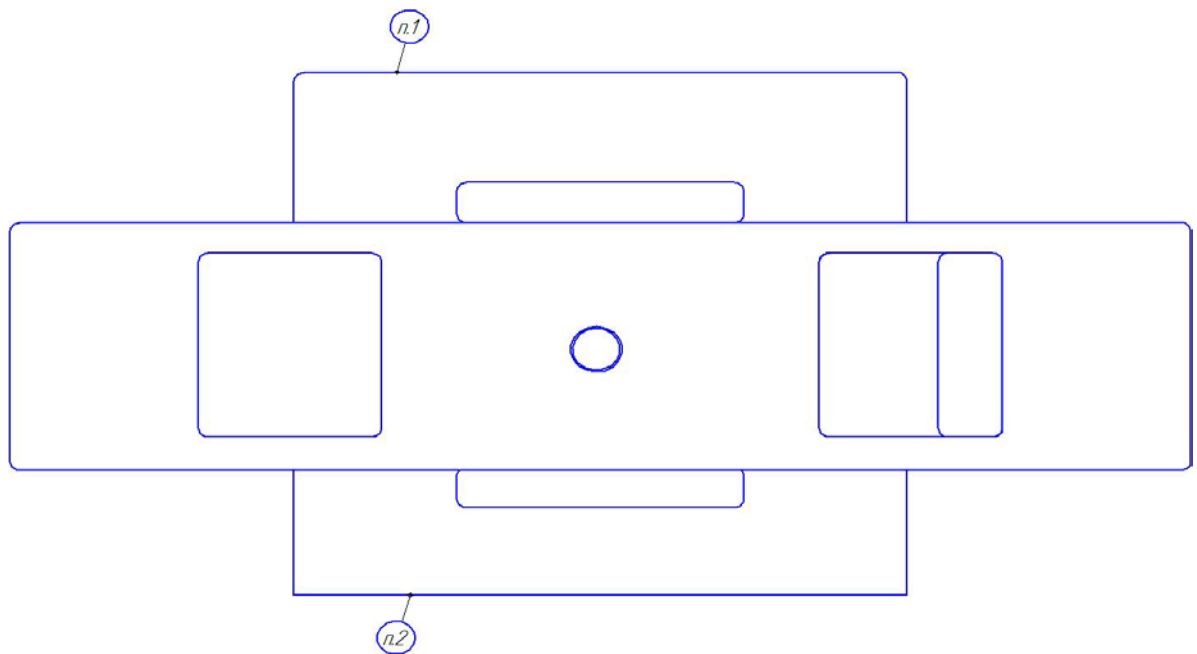


Рисунок 14 - Эскиз детали с обозначенными поверхностями для механической обработки

При первой установке производится механическая обработка правой и верхней сторон детали.

Базирование осуществляется поверхностью 1 упираясь торцом левой стороны детали в упор трех кулачкового самоцентрирующегося патрона станка с последующим зажатием за выступающую цилиндрическую часть детали.

После установки и закрепления детали производится замер заготовки специальным щупом, установленным в обрабатывающем центре ЧПУ.

После производится механическая обработка поверхностей 2,5,6,9,10,3,4,8, с последующим промером поверхностей 6,5,3,4,8,9,10.

При автоматической переустановке и закреплению заготовки в противопинделе, производится замер поверхностей 1 и 7. С последующей механической обработкой и повторным замером этих же поверхностей.

Базирование осуществляется за торец детали и ее цилиндрическую часть в трех кулачковом патроне лишая ее тем самым 5 степеней свободы.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.7. Выбор оборудования

Оборудование, применяемое для механической обработки изделия токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA MULTUS B 200II.



Рисунок 15 - Токарно-Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA MULTUS B 200II

При малой занимаемой площади всего 3,4м² обрабатывающий центр имеет широкую базу механической обработки различного типа изделий.

Данный обрабатывающий центр имеет расширенный магазин на 60 единиц, имеет против шпиндель, что позволяет сократить время обработки изделия тем самым уменьшить время простоя. Поворотный и фрезерный шпиндель позволяет выполнять такие операции как наружное и внутреннее точение, фрезерование, сверление, нарезание резьбы, расточка отверстий, зубо и шлице фрезерование, долбление шлицов и пазов.

В таблице 10 приведены технические характеристики токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA MULTUS B 200II.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 10 - Технические характеристики токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA MULTUS B 200 II

Функциональные возможности	
Максимальный диаметр над суппортом, мм	600
Максимальный диаметр обработки, мм	600
Расстояние между центрами, мм	550-750
Перемещение	
Перемещение Ось X, мм	500
Перемещение Ось Y, мм	160
Перемещение Ось Z, мм	600-800
Перемещение Ось W, мм	810
Угол индексирования оси B, градусы	225
Шпиндель	
Ось C, градусы	360
Скорость шпинделя, мин ⁻¹	50 ~ 6000 [45 ~ 5000]
Торец шпинделя	Ø 140 плоский [JIS A2-6]
Диаметр отверстия шпинделя, мм	62 [80]
Диаметр переднего подшипника, мм	100 [120]
Диапазоны скоростей	Автоматический двухскоростной переключатель
Револьверная головка	
Тип	H1-ATC
Диаметр расточной оправки, мм	32
Задняя бабка	
Отверстие вращающего центра	MT 4
Ход задней бабки, мм	720-810
Хвостовик инструмента OD, мм	20

Продолжение таблицы 10

Двигатели	
Главный шпиндель, кВт	PREX 11/7.5 (20 мин/пост)
Противошпиндель, кВт	PREX 11/7.5 (20 мин/пост)
Фрезерный шпиндель, кВт	VAC 12/8
Привод оси (X), кВт	BL 3.5
Привод оси (Z), кВт	BL 2.8
Привод оси (W), кВт	BL 2.9
Привод оси (Y), кВт	BL 2.9
Насос подачи СОЖ, кВт	0.8
Ось подачи	
Скорость рабочей подачи X, Z, мм/об	0.001 ~ 1000.000
Ось X, м/мин	40000
Ось Y, м/мин	26000
Ось Z, м/мин	40000
Ось C, об/мин	200
Ось W, мм	20000
Ось B, об/мин	30
Противошпиндель	
Скорость, мин ⁻¹	50 ~ 6000
Диапазоны скоростей	Автоматический двухскоростной переключатель
Торец шпинделя	Ø 140 плоский
Диаметр отверстия шпинделя, мм	62
Диаметр переднего подшипника, мм	100
Фрезерный шпиндель	
Скорость шпинделя, мин ⁻¹	50 ~ 12000
Крутящий момент, Н-м	40.1/26.3

Окончание таблицы 10

Инструмент	
Хвостовик инструмента	HSK-A63 [CAPTO C6]
Максимальное количество инструмента	20 [40, 60]
Максимальный диаметр инструмента, мм	90
Максимальная длина (от линии измерения), мм	200
Максимальный вес инструмента, кг	4
Габариты	
Высота, мм	2582
Занимаемая площадь, мм	3385 (3925)*2210
Вес, кг	7000-8000

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.8. Разработка технологического процесса

Маршрут технологической обработки детали представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Маршрут технологической обработки детали

№ Операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
005	Комплексная с ЧПУ	Установить и закрепить	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA MULTUS B 200 П
		Фрезеровать пов.2	
		Фрезеровать пов.3	
		Фрезеровать пов.4	
		Сменить инструмент	
		Точить пов.6 черновое	
		Точить пов.6 п.чистовое	
		Точить пов.6 чистовое	
		Точить фаску пов.5	
		Сменить инструмент	
		Сверлить отверстие 8	
		Сменить инструмент	
		Сверлить отверстие 10; 4 шт	
		Сменить инструмент	
		Сверлить отверстие 9; 8шт	
		Сменить инструмент	
		Нарезать резьбу 10; M8	
		Сменить инструмент	
		Нарезать резьбу 9; M12x1.25	
		Перехват заготовки	
		Сменить инструмент	
		Фрезеровать пов.1	
		Сменить инструмент	
		Точить пов.7 черновое	
		Точить пов.7 чистовое	

2.9. Средства технического контроля

Средства технического контроля используемые в данной операции представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Средства технического контроля применяемые на данной операции

Операция	Наименование операции	Тип инструмента
005	Комплексная с ЧПУ	Средства технического контроля Штангенциркуль ГОСТ 166-89. Калибр-пробка на отверстие. Нутромер индикаторный Калибр резьбовой ГОСТ 24997-2004.

2.10. Расчет норм времени

Результат расчетов норм времени приведен в таблице 13.

Таблица 13 - расчет норм времени

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки				Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Расчетная длина	Число раб. ходов	Подача на зуб	Подача , мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
l	l _{вп} +l _п	L	i	Sz	So	n	S _{мин}	t _о	t _{уст}	t _в	t _{оп}	
Операция 005– Комплексная на ОЦ с ЧПУ												
1. установить и закрепить										0,3	0,3	0,3
2. фрезеровать пов. 2	518,1	8	526,1	1	0,2	-	1500	240	2,192	-	0,4	2,59
3. фрезеровать пов. 3	90	4	94	1	0,2	-	1500	240	0,392	-	0,4	0,79
4. фрезеровать пов. 4	90	4	94	1	0,2	-	1500	240	0,392	-	0,4	0,79
5. сменить инструмент										-	0,05	0,05
6. точить пов. 6 черновое	180	-	180	1	-	0,3	1100	275	0,655	-	0,4	1,05
7. точить пов. 6 п.чистовое	180	-	180	1	-	0,3	1100	275	0,655	-	0,4	1,05
8. точить пов. 6 чистовое	180	-	180	1	-	0,3	1100	275	0,655	-	0,4	1,05
9. точить фаску на пов.5	1	1	2	1	-	0,3	1100	275	0,007	-	0,4	0,41
10. сменить инструмент										-	0,05	0,05
11. сверлить отверстие 8	13	-	13	1	-	0,4	1700	612	0,021	-	0,4	0,42
12. сменить инструмент										-		
13. сверлить отверстие 10; 4 шт.	15	-	15	1	-	0,2	2300	552	0,027	-	0,4	0,43
14. сменить инструмент										-	0,05	0,05
15. сверлить отверстие 9; 8 шт	27	-	27	1	-	0,3	2300	782	0,035	-	0,4	0,43
16. сменить инструмент										-	0,05	0,05
17. нарезание резьбы 10	15	-	15	1	-	1,3	716	895	0,017	-	0,4	0,42
18. сменить инструмент										-	0,05	0,05
19. нарезание резьбы 9	22	-	22	1	-	1,3	477	596	0,037	-	0,4	0,44
20. перехват заготовки							1000			0,6	0,6	0,6
21. сменить инструмент										-		
22. фрезеровать пов. 1	518,1	8	526,1	1	0,2	-	1500	240	2,192	-	0,4	2,59
23. сменить инструмент										-	0,05	
24. точить пов. 7 черновое	8	2	10	1	-	0,3	1100	275	0,036	-	0,4	0,44
25. точить пов. 7 чистовое	8	2	10	1	-	0,3	1100	275	0,036	-	0,4	0,44
Итого									7,35		7,2	14,5

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 14 - нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, то, мин.	Вспомогательное время на операцию, тв, мин.	Оперативное время, топ, мин.	Время на обслуживание, тобс		Время на отдых тод.л.		Штучное время, тшт, мин.	Подготовительно-заключительно время на партию, Тпз, мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время тшк, мин
				%	мм	%	мм				
005	7,35	7,2	14,55	5	0,73	5	0,73	16	50	118	16,42

2.11. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Фрагмент управляющей программы

WWP	
T1 D1	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ТОРЦА
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X, ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ, ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДАнные КООРДИНАТЫ
G2 R 81 F 0,2 Z 191,5	КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ С УКАЗАННЫМИ КООРДИНАТАМИ И РАЗМЕРОМ ДУГИ ДВИЖЕНИЯ ПО ЧАСОВЫЕ СТРЕЛКИ
G0 X0 X200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
M6	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА
T2 D1	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОТОЧКИ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДАнные КООРДИНАТЫ
G96 S 2000 Lims=4000 M3	ВЫБОР ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ
G0 Z-73,5	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
CYCLE 95("contur" 3,1,0.05,0.4,0.2,0.1,180,1)	СТАНДАРТНЫЙ ЦИКЛ ТОЧЕНИЯ
Contur	ПОДПРОГРАММА
G0 X0 XZ200 M5	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ С ВЫКЛЮЧЕНИЕМ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ
M6	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА
T3 D1	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ 4 ОТВ. Д8
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДАнные КООРДИНАТЫ
G96 S 2000 Lims = 4000 M3	ВЫБОР ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
G98 X0 Z-82,5 R4 f0,3	ЦИКЛ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД РЕЗЬБУ М8
G98 X0 Z82,5 R4 f0,3	
G98 Z0 X-82,5 R4 f0,3	
G98 Z0 X-82,5 R4 f0,3	
X0 Z200	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
M6	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА

Продолжение таблицы 15

T4 D1	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ 8 ОТВ. Д12
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДАнные КООРДИНАТЫ
G96 S 2000 Lims=4000 M3	ВЫБОР ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
G88 X 31,5 Z 76,2 R6 F0,2	ЦИКЛ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ ПОД РЕЗЬБУ M12
G88 X -31,5 Z -76,2 R6 F0,2	
G88 Z -31,5 X -76,2 R6 F0,2	
G88 Z -31,5 X 76,2 R6 F0,2	
G88 X -31,5 Z 76,2 R6 F0,2	
G88 X 31,5 Z 76,2 R6 F0,2	
G88 Z 31,5 X 76,2 R6 F0,2	
G88 Z -31,5 X 76,2 R6 F0,2	
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
M6	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА
T5 D1	ИНСТРУМЕНТ ДЛЯНАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ M12*1,25
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДАнные КООРДИНАТЫ
G96 S 2000 Lims=4000 M3	ВЫБОР ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ
G83 X 31,5 Z 76,2 R6 F1,25	ЦИКЛ НАРЕЗАНИЧ РЕЗЬБЫ M12*1,25
G83 X -31,5 Z -76,2 M12 F0,2	
G83 Z -31,5 X -76,2 M12 F1,25	
G83 Z -31,5 X 76,2 M12 F1,25	
G83 X -31,5 Z 76,2 M12 F1,25	
G83 X 31,5 Z 76,2 M12 F1,25	
G83 Z 31,5 X 76,2 M12 F1,25	
G83 Z -31,5 X 76,2 M12 F1,25	
G83 Z -31,5 X 76,2 M12 F1,25	
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАнным КООРДИНАТАМ

Окончание таблицы 15

T6 D1	ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ M8
G0 G17 G90 G95	ВЫБОР ПЛОСКОСТИ Z/X ВЫБОР ПОДАЧИ ММ/ОБ ЗАДАНИЕ АБСОЛЮТНЫХ КООРДИНАТ
G54 X0 Z200	СМЕЩЕНИЕ НУЛЯ ДЕТАЛИ НА ЗАДААННЫЕ КООРДИНАТЫ
G96 S 2000 Lims=4000 M3	ВЫБОР ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАНЫМ КООРДИНАТАМ
G83 X0 Z-82,5 M8 f 1.25	ЦИКЛ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ M8
G83 X0 Z82,5 M8 f 1,25	
G83 Z0 X-82,5 M8 f 1,25	
G83 Z0 X-82,5 M8 f 1,25	
G0 X0 Z200	УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО ЗАДАНЫМ КООРДИНАТАМ
M6	СМЕНА ИНСТРУМЕНТА

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Башмак рессоры» на гибкой производственной линии в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2500 штук в год. Операции 005 производится на одном токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ OKUMA MULTUS

В 200П.

3.1. Определяем количество нужного технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле;

$$q = \frac{T \cdot N_{\text{Год}}}{F_{\text{Об}} \cdot K_{\text{Вн}} \cdot K_3 \cdot 60} = \frac{16.42 \cdot 2500}{5454 \cdot 0.8 \cdot 1.4 \cdot 60} = 0.1,$$

где t - штучно- калькуляционное время операции, мин; 16.42

$N_{\text{Год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт; 2500

$F_{\text{Об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч; 5454

$K_{\text{Вн}}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$K_{\text{Вн}} = 1,4$);

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства; $k_3 = 0.8$.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (366 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней; 248 – количество рабочих дней, из них: 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Трехсменный режим работы.

$$F_{\text{н}} (248 \cdot 8) \cdot 3 = 1976 \cdot 3 = 5928 \text{ ч.}$$

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 8,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n * (1 - \frac{K_p}{100}) = 5928 * (1 - \frac{8}{100}) = 5454 \text{ ч},$$

где F_n - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

K_p - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %. 8

Определяем количество технологического оборудования:

$$q = \frac{16,42 * 2500}{5454 * 1,4 * 0,8 * 60} = 0,1 \text{ шт; примем } q = 1.$$

Таблица 16 - Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	OKUMA MULTUS
Количество станков по расчету, ед	0,1
Принимаемое количество станков	1
Коэффициент загрузки оборудования, %	80
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	80

3.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае не требуется производить расчет капитальных вложений.

Расчет технологической себестоимости детали Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах. В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}},$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, р

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}},$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

Z_k - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали, рассчитаем по формуле (форма оплаты труда - сдельная):

$$Z_{пр} = C_T * t * k_{мн} * k_{доп} * k_{есн} * k_p,$$

где C_T - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.; t - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$K_{мн}$ - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн} = 1$);

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{доп} = 1,05 \div 1,15$)

$K_{есн}$ - коэффициент учитывающий страховые взносы ($k_{есн} = 1,3$);

K_p - районный коэффициент ($k_p = 1,15$).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t * N_{Год} * K_{Мин}}{F_p} = \frac{16,42 * 2500 * 1}{1976} = 0,35 \text{ чел.}$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (366 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней;

248 – количество рабочих дней, из них: 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 4 – потери пол больничному листу, 5 – прочие; итого потерь – 33 дня.).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1728 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 17.

Таблица 17 - Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел	
				расчетная	принятая
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	150	16,42	52,8	0,1	1
итого		16,42	52,8	0,1	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 52,8 \cdot 2500 = 132000 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{Всп} \cdot F_p \cdot Ч_{Всп} \cdot K_{Доп} \cdot K_p}{N_{Год}},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 2500$ шт.;

K_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_{доп} = 1,4$;

$C_T^{всп}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n * n}{N} = (0,1 * 3) / 5 = 0,06 \text{ чел},$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,1$ шт.;

n – число смен работы оборудования, $n = 3$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 5$ шт

Численность транспортных рабочих составляет 4% от числа станочников, численность контролеров – 6% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{трансп.} = 0,06 * 0,04 = 0,0024 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,06 * 0,06 = 0,0036 \text{ чел}$$

$$З_{нал} = (150 * 1,15 * 1,4 * 1728 * 0,06) / 2500 = 10,9$$

$$З_{трансп.} = (150 * 1,15 * 1,4 * 1728 * 0,0024) / 2500 = 0,24р$$

$$З_{контр.} = (150 * 1,15 * 1,4 * 1728 * 0,0036) / 2500 = 0,3р$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 18.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р	Численность, чел.		Затраты на изготовление расчетная принятая одной детали, р.
		Расчетная	Принятая	
Наладчик	150	0,06	1	10
Транспортный	90	0,0024	1	0,24
Контролер ОТК	76	0,0036	1	0,3
Итого			3	10,54

Таблица 18 - Данные о численности рабочих и заработной платы

Определим затраты на заработную плату за год

$$З_{зп} = 10,54 \cdot 2500 = 26350 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 132000 + 26350 = 158350 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{э}} = \frac{N_Y \cdot K_N \cdot K_{\text{Вр}} \cdot K_{\text{Од}} \cdot K_W \cdot t}{H \cdot K_{\text{Вн}}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}$$

$$З_{\text{э}} = (7,5 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 16,42) / (1 \cdot 1,4 \cdot 60) = 4,62 \text{ р,}$$

где N_Y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным

данным), кВт;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_n = 0,2 \div 0,4;$$

$K_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для Среднесерийного производства $k_{вр} = 0,75$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,

$K_{од} = 0,7$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

K_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети Предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

H – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,2$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э$ 6,5 р

Затраты на электроэнергию приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
OKUMA MULTUS	7,5	16,42	0,15
Итого			0,15

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 4,62 \cdot 2500 = 11550 \text{ р}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического

оборудования.					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист 43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} * H_{амн} * t}{F_{об} * K_3 * K_{вн}}$$

$$C_{ам} = (20\,000\,000 * 0,08 * 16,42) / (5454 * 0,8 * 1,4 * 60) = 71,7 \text{ р.}$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.; 20 000 000

$H_{амн}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амн} = 8\%$;

T – штучно-калькуляционное время, мин; 16,42

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обнов} = 5454 \text{ ч.}$

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования,

$K_3 = 0,8$;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,4$.

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{\text{рем}}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{об}} * N_{\text{амн}} * t}{F_{\text{об}} * K_3 * K_{\text{вн}}}$$

$$C_{\text{рем}} = 20\,000\,000 * 0,03 * 16,12 / 0,8 * 5454 * 1,4 = 26,8 \text{ р.}$$

где $C_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования, р.; 20 000 000

$N_{\text{амн}}$ – норма амортизационных отчислений, $N_{\text{амн}} = 3\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин; 16,42

$F_{\text{об}}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{\text{обнов}} = 5454 \text{ ч.}$

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования,

$K_3 = 0,8$;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,4$.

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 20.

Таблица 20 - Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, р.	Количество, шт	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р
OKUMA MULTUS	20 000 000	1	8	16,42	71,7	26,8
Итого					71,7	26,8

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле

$$З_{\pi} = 71,7 + 26,8 = 98,5 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента.

Расчет затрат на эксплуатацию инструмента приведен ниже, результаты расчета приведены в таблице 21.

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$З_{\text{и}} = Ц_{\text{пл}} * Ц_{\text{корп}} / Q / (T * b * N) * T_{\text{м}},$$

где $Ц_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

$Ц_{\text{корп}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

b - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента: 0,9 для черновых переходов, 0,95 для чистовых;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{\text{инс}} = (Ц_{\text{инс}} + B_{\text{п}} + Ц_{\text{п}} / T * (B_{\text{п}} + 1)) * T_{\text{о}} * \eta$$

где $Ц_{\text{инс}}$ – цена единицы инструмента, руб.;

$B_{\text{п}}$ – число переточек;

$Ц_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, руб.;

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

T – период стойкости инструмента, мин;

T_o – машинное время, мин;

H – коэффициент случайной убыли инструмента ($\eta = 1,2$)

Таблица 21 - Затраты на эксплуатацию инструмента

Опера ция	Инструмент	Машин ное время, Мин	Цена единицы инструмен та, руб.	Суммарны й период стойкости инструмен та, мин	Затраты на переточк у инструме нта, руб.	Кoeffи циент убыли	Итого затрат ы, руб.
005	Концевая фреза ZA Ø40 FUAL-40W40- R4ZP11/40 Пластина ZANT110426REK.	0,25	6950 380	320		0,95	11
	Твердосплавное сверло Ø 15 мм	0,02	600	430	300	1,2	0,02
	Твердосплавное сверло M8	0,13	700	420	350	1,2	0,12
	Твердосплавное сверло M12	0,31	800	420	350	1,2	0,4
	Державка для внутренней обработки с прижимом повышенной жесткости S25T-DTFNR/L16- 04. Пластина, режущая TNMA-160408 Сплав DC35HT	5,52	5150 211,89	350		0,95	88,2
Итого		6,23	Итого				99,74

Затраты на эксплуатацию оснастки определим по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{q_p \cdot N_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, = 1,6 \text{р}$$

где q_p - расчетное количество оборудования, шт.;

$N_{\text{прс}}$ - количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$C_{\text{прс}}$ - стоимость приспособлений, р.;

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления, % (по сроку полезного использования);

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей шт.

Технологическая себестоимость обработки детали по базовому варианту приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	63,34
Затраты на технологическую электроэнергию	4,62
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	95,5
Затраты на инструмент	99,74
Итого	263,2

3.3. Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия

Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_o + T_{\text{всп}}}{t} \cdot 100\% = (14,57/16,42) \cdot 100 = 88,7\%$$

где $k_{\text{мех}}$ - коэффициент механизации операции, %;

T_o - основное (машинное) время обработки детали на программных операциях, мин;

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время механизированных приемов, мин;

t - штучно- калкуляционное время, мин.

Производительность труда на программных операциях

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t},$$

$$B = (5454 \cdot 1,4 \cdot 60) / 16,42 = 27901 \text{ шт/чел.год}$$

где F_p - действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм

Таблица 23 - Техничко- экономические показатели проекта

Наименование показателей	Наименование показателей	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт	2500
Количество оборудования	шт	1
Количество рабочих	чел	1
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,27
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	263,2
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел. год	27901
Коэффициент загрузки оборудования		0,8

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Система переподготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе детали «Башмак рессоры» обработка производится на токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Для проектирования данного технологического процесса необходима подготовка или переподготовка рабочих на профессию «Оператор станков с числовым программным управлением».

Операторов станков с числовым программным управлением подготавливают, переподготавливают в учебных центрах предприятий, так же в специальных учебных заведениях, обеспеченных всем необходимым оборудованием.

Обучение в центре подготовки персонала предназначено для того, чтобы обучающиеся получили единую образовательную базу, включающую в себя теорию и практику.

Оператор станка с ЧПУ должен понимать и осмысливать весь процесс изготовления детали (изделия), начиная с разработки чертежей и написания программ, заканчивая приобретением навыков для работы оператором различных станков с программным управлением.

Подготовка и переподготовка проходит в центре подготовки и переподготовки персонала на базе АО "Уралвагонзавод".

Программа рассчитана на то, чтобы новые знания и умения можно было сразу реализовать на практике. Это позволяет значительно сократить время на обучения непосредственно в цехах, на имеющемся оборудовании.

Обучающиеся изучают все аспекты и системы современных обрабатывающих центров, методы программирования, возможные неполадки, методы их устранения, методику наладки и запуска оборудования.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Современные станки с ЧПУ – это совокупность ряда систем как например механическая, пневматическая, гидравлическая, электротехническая, электронная управляющая система.

Определение причин сбоя оборудования приводящих к допущению брака и устранение данного сбоя при работе оборудования требуются технический склад мышления у оператора-наладчика.

По окончании обучения оператор станков с ЧПУ должен уметь выполнять работы, предусмотренные его квалификационной характеристикой, в соответствии с требованиями и нормами, установленными на предприятии.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.2. Анализ учебной документации

Наименование документа: Федеральный государственный образовательный стандарт.

Оператор обрабатывающих центров 4 разряда

Наименование вида профессиональной деятельности:

Наладка и под наладка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей.

Вид трудовой деятельности (группа занятий):

Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования

Вид экономической деятельности:

Производство машин и оборудования

Особые условия допуска к работе

Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу)

И периодических медицинских осмотров (обследований), а также

Внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Прошедший обучение имеет следующие навыки и умения:

Умения

Необходимые умения по трудовой функции код В/01.3 "Наладка
Обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и
Поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"

Перемещать деталь по осям в ручном режиме

Программировать в полуавтоматическом режиме

Программировать дополнительные функции станка

Производить наладку обрабатывающих центров для обработки

Отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету

Знания

Необходимые знания по трудовой функции "Наладка
обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и
Поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"

После прохождения образовательной программы по профессии
оператор станков с ЧПУ 4 разряда и успешно сдавший итоговые
аттестационные испытания, получают свидетельство установленного образца
и удостоверение на профессию оператор станков с ПУ с квалификацией
оператор станков с ПУ 4 разряда.

Установленный срок освоения программы - повышение квалификации
рабочих – 367 часов.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3. Составление учебного плана

Тематический план по профессии Оператор станков с ЧПУ 4 разряда

Для составления тематического плана, была выбрана дисциплина «основы металлорежущего инструмента».

Сущность и задачи тематического планирования

Тематическое планирование учебного процесса по общепрофессиональным, профессиональным и специальным предметам является одним из элементов подготовки преподавателя к занятиям.

Составление тематического плана является результатом подготовки преподавателя к изучению темы.

Тематический план составляется, как правило, на весь учебный год и представляет собой планируемый образ обучения по всем крупным темам и разделам учебного курса.

В самом общем виде годовой тематический план представляет собой перечень тем предложенных для проведения занятий.

Основная цель планирования занятий – это определение оптимальной нагрузки на обучающегося для повышения усвоения изложенной информации.

Тематическое планирование имеет отражение в тематическом плане подготовки системы уроков по выбранной тематике.

Это позволяет представить более полное содержание в строго структурированном порядке, когда изучаемый материал каждого из уроков, основывается на полученных знаниях предыдущего урока, что в свою очередь позволяет провести логическую цепочку между всеми полученными знаниями и умениями.

Тематический план по специальности «Оператор станков с ЧПУ» представлен в таблице 24.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 24 - Тематический план по специальности «Оператор станков с ЧПУ»

Общепрофессиональные дисциплины	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
1.Металлорежущие инструменты	16	6	10
2. Нормирование точности	40	20	20
3. Материаловедение	15	10	5
4.Черчение и инженерная графика	30	10	20
5. Основы электротехники и Электроники	16	6	10
6. Основы механики и мехатроники	60	40	20
7. Основы организации производства	6	3	3
8. Основы расчета оплаты труда	5	3	2
9. Основы ТБ и ПБ при работе на станках с ЧПУ	5	3	2
10. Основы выполнения работ на станках с ЧПУ	60	30	30
11. Практическое производственное обучение	100	-	100
12. Консультация	8		
13.Квалификационный экзамен	6		

4.4. Составление перспективно – тематического плана

Тематический план по дисциплине металлорежущие инструменты (МРИ) представлен в таблице 25.

Таблица 25 - Тематический план по дисциплине МРИ

Название темы	Общее количество часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Введение	1	1	
Резцы общего назначения	3	1	2
протяжки	2	1	3
Фрезы	5	2	3
Инструмент для обработки отверстий	4	1	1
Экзамен	1		1
Итого	16	6	10

На дисциплине МРИ выбираем тему теоретического занятия «Фрезы»

На данную тему отведено 5 часов из них 2 часа теоретического и 3 часа практического обучения.

Составим тематический план занятия на тему «Фрезы»

Тематический план занятия на тему «Фрезы»

Тематический план на тему «Фрезы» описан в таблице 26.

Таблица 26 - Тематический план на тему «Фрезы»

№ занятия	Тема занятия	Учебная цель	Методы обучения	Формы организации (тип занятия)	Межпредметные и внутрипредметные связи	Связь с произв. обуч.
1	Ознакомление с инструментом для фрезерования различных поверхностей. Ознакомление с типом фрез.	<i>Образовательная:</i> ознакомить с одним из типов металло режущего инструмента для обработки различных поверхностей методом фрезерования. <i>Развивающая :</i> Научить правильно подбирать данный инструмент для обработки изделий	Вербальное объяснение; Плакаты, Видео	Комбинированный	Профессиональный модуль Производственное обучение	Имеется
2	Область их применения и материал изготовления данного инструмента	<i>Образовательная:</i> расширение и закрепление полученных знаний <i>Развивающая:</i> развитие навыка выбора инструмента в зависимости от поставленных задач	Вербальное объяснение; Плакаты на доске наглядное пособие	Комбинированный	Профессиональный модуль Производственное обучение	Имеется

Занятие теоретического обучения

Предмет: Metallорежущие инструменты

Тема: Фрезы.

Тема занятия: Ознакомление с инструментом для фрезерования различных поверхностей

Тип занятия: комбинированное занятие.

Цели и задачи занятия:

Цели

- Знакомство с металлорежущим инструментом такими как Фрезы
- Ознакомится с типами фрез

Задачи

- Различать и подбирать фрезы для решения поставленных задач

План проведения занятия представлен в таблице 27.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 27 - План проведения занятия

Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1.Организационная часть: приветствие, проверка присутствующих по журналу.	5	-	Приветствие преподавателя.
2.Вводная часть, ознакомление учащихся с темой, целью и задачами урока.	30	-	Слушают, конспектируют
3.Основная часть, Рассказывает новый материал, диктует основные понятия под запись визиоилизует теме урока	60	Плакаты	Запись определений. Слушают новый материал, записывают основные понятия.
4.Закрепляющий контроль. Преподаватель объясняет суть задания, следит за выполнением, в случае необходимости оказывает помощь.	20	Тест	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю
5.Подведение итогов. Педагог проверяет работы, озвучивает результаты, выставляет оценки за работу.	5	-	Обучаемые слушают результаты выполненной работы

4.5. План-конспект занятия

Рассмотрим само понятие фрезы что они из себя представляют и какими бывают, также из чего сами фрезы изготавливают

Фреза – многолезвийный режущий инструмент для обработки с вращательным главным движением резания без возможности изменения радиуса траектории этого движения подачи.

Фрезерный инструмент является одним из самых распространенных инструментов в области металлообработки.

Фрезы классифицируют следующим образом:

1. По технологическому признаку – для обработки горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей; ступенчатых поверхностей; пазов; шлицев; фасонных поверхностей различных профилей с прямолинейными или криволинейными образующими; узких и глубоких прорезей; для разрезки материалов; нарезания резьбы; нарезания зубьев.

2. По форме зубьев – острозаточенные (одноугловые; с ломаной спинкой; с параболической формой; с выступающей ленточкой); затылованные.

3. По расположению зубьев относительно оси фрезы – цилиндрические (с зубьями, расположенными по поверхности цилиндра);

угловые (с зубьями, расположенными на корпусе);

торцевые (с зубьями, расположенными в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы);

фасонные (с зубьями, расположенными на поверхности криволинейной образующей)

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. По профилю зубьев – резьбонарезные; зубонарезные (дисковые, пальцевые); червячные зуборезные; канавочные (для стружечных канавок инструментов).

5. По конструкции инструмента – цельные (зубья выполнены за одно целое с корпусом);

составные, состоящие из двух одинаковых частей (например пазовые) или двух половинок и прокладки между ними для восстановления первоначальной длины после износа; наборы или комплекты фрез для одновременной обработки нескольких поверхностей;

сборные (с напаянными пластинами, с механическим

Фрезы предназначены для фрезерования различных поверхностей и материалов.

Бывает несколько типов фрез рассмотрим некоторые из них:

Дисковые фрезы

Цилиндрические фрезы

Угловые фрезы

Торцевые фрезы

Концевые фрезы

Червячные фрезы

Рассмотрим каждый тип фрезы отдельно.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дисковая фреза



Рисунок 15 - Дисковая фреза

Дисковые фрезы необходимы для резки, разрезов или других операций, связанных с грубой обработкой металла или неметалла.

Дисковые фрезы бывают трёх типов:

- Шлицевые или шпоночные;
- Двусторонние;
- Трёхсторонние.

Шлицевые дисковые фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности. Для уменьшения трения по торцам толщина фрезы делается на периферии больше, чем в центральной части у ступицы.

Важным элементом дисковой пазовой фрезы является ширина, так как фреза предназначена в том числе и для обработки пазов.

Важной областью применения дисковой пазовой фрезы является распиловка заготовок из дерева и металла.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Двусторонние дисковые фрезы, кроме зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности, имеют зубья на торце.

У трёхсторонних дисковых фрез зубья расположены на цилиндрической поверхности и на обоих торцах.

Условия резания у торцовых зубьев менее благоприятны, чем у зубьев, расположенных на цилиндрической поверхности. Небольшая глубина канавки у торца не даёт возможности получить необходимые задние и передние углы.

Дисковые фрезы со сменными твердосплавными пластинами могут быть регулируемы, то есть в зависимости от положения картриджей, к которым крепятся пластины, фреза может делать пазы различной ширины.

Дисковые фрезы применяют для фрезерования пазов и уступов.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цилиндрическая фреза

Фрезы такого типа могут быть как с прямыми, так и с винтовыми зубьями. Первыми обрабатывают узкие плоскости, а вторые работают плавнее и потому получили универсальное применение.

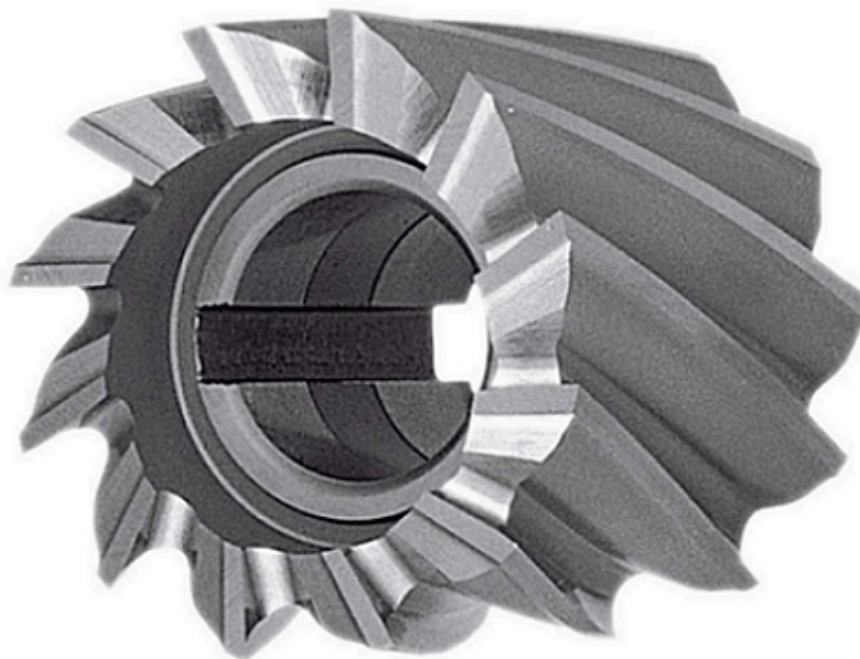


Рисунок 16 – Цельная цилиндрическая фреза

Цилиндрические фрезы применяются для фрезерования открытых поверхностей. Зубья расположены на цилиндрической основе и обычно наклонены к оси под углом 30 - 40 градусов.

Цилиндрические фрезы широко используются в наборах фрез для комплексной обработки многоступенчатой поверхности, а также при обработке органического стекла, слоистых пластмасс и стеклопластиков

Осевые усилия, возникающие при определенных режимах работы фрез с винтовыми зубьями, бывают весьма высокими. В этих случаях применяют двоянные инструменты, зубья которых расположены с разным направлением наклона.

Благодаря этому решению возникающие в процессе резания осевые усилия уравниваются.

К этому типу также относятся рашпильные фрезы типа «кукуруза», с их помощью обрабатывают уступы и прорезают канавки.

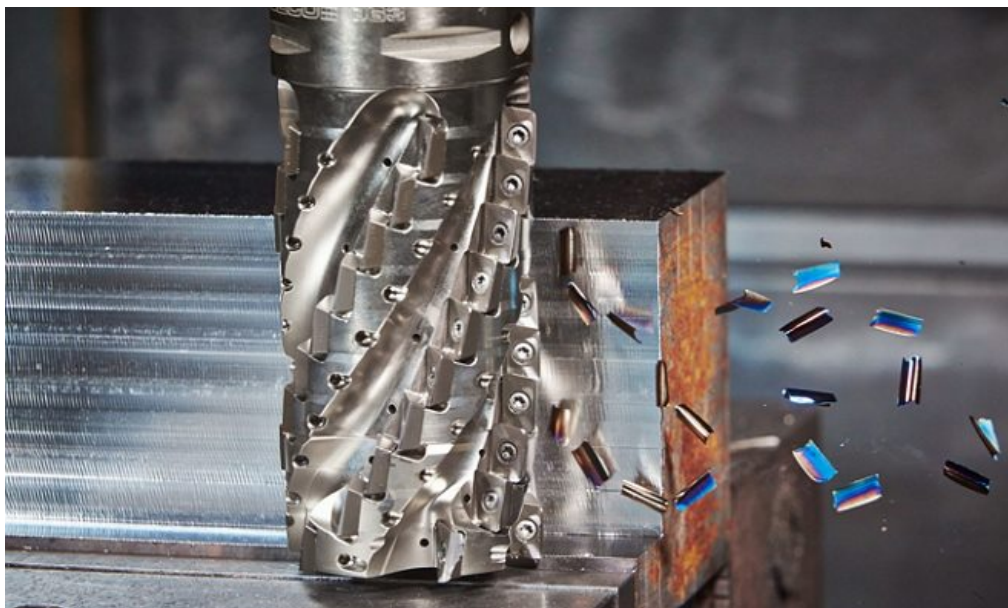


Рисунок 17 – Цилиндрическая фреза со сменными пластинами типа кукуруза (рашпильная фреза)

Край такой фрезы по металлу, используемой для обработки наклонных поверхностей, а также угловых пазов, имеет коническую поверхность.

Существуют как одноугловые, так и двухугловые типы инструментов, отличающиеся между собой расположением режущей кромки (в двухугловых моделях они расположены на двух смежных конических поверхностях, а в одноугловых – на одной конической поверхности).

С помощью таких фрез можно выполнять стружечные канавки в инструментах разного рода.

Угловая фреза



Рисунок 18 - Угловые фрезы

В инструментальном производстве угловые фрезы широко применяются для обработки стружечных канавок инструмента, фрезерование угловых пазов, канавок, наклонных поверхностей.

По форме различают фрезы одно и двух угловые.

Одно угловой инструмент оснащен режущими кромками на торце и конической поверхности.

В связи с тем, что резание металла осуществляется преимущественно режущими кромками на конической поверхности фрезы, в процессе обработки возникают осевые усилия резания.

Двух угловые фрезы оснащаются режущими кромками на двух смежных конических поверхностях, поэтому осевые усилия при резании двумя кромками зуба частично компенсируют друг друга.

При использовании симметричного инструмента эти силы уравновешиваются. Для двух угловых фрез характерна более плавная работа. Инструмент небольших размеров изготавливают с коническим и цилиндрическим хвостовиком.

Особенность конструкции угловых фрез – уменьшение толщины среза вдоль кромки. Вследствие этого вероятно срезание толщины среза участками кромок у малых торцов, равной радиусу округления режущей кромки. Это негативно влияет на процесс резания.

При наличии отрицательных передних углов в зоне резания на радиусе округления может возникнуть сильный нагрев, повышенные усилия и, как следствие, преждевременный износ инструмента.

Для обеспечения нормальных условий обработки рекомендуется уменьшить количество рабочих зубьев в два раза, т.е. срезать их через один зуб.

При работе с угловыми фрезами малых диаметров возникают трудности при уменьшении числа зубьев. Основная проблема связана с выбором количества зубьев. Иногда сложно разместить на расположенном ближе к центру участке фрезы нужное число зубьев, идентичное их количеству на вершине.

На фрезах с наибольшим и наименьшим диаметром большая разница в окружных шагах. Поэтому зубья на инструменте меньшего диаметра получаются невысокими, что чревато забиванием канавок стружкой. Чтобы избежать быстрого износа инструмента, рекомендуется закруглять вершину угловой фрезы.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 19 - современная торцевая фреза со сменными пластинами

Используются торцевые фрезы для отделки плоскостей ступенчатого и плоского типа. Основное применение заключается в обработке поверхностей на вертикально-фрезерном оборудовании. Для увеличения эффективности работ требуется грамотный подбор корпуса, смазочных и охлаждающих жидкостей, пластин. Торцевые фрезы обладают большим количеством зубьев, благодаря чему возможно получение отличительной производительности и равномерности.

Концевые фрезы



Рисунок 20 - Концевые фрезы

Концевая фреза (end mill) — это режущий инструмент, используемый в промышленных фрезерных станках. Она отличается от сверла применением, геометрией и производством. В то время как сверло может работать только в осевом направлении, концевые фрезы в общем случае могут работать во всех направлениях, хотя некоторые из них не могут работать в осевом направлении.

Концевые фрезы отличаются креплением в шпинделе фрезерного станка. Крепление фрез в шпинделе станка производят при помощи цилиндрического или конического хвоста.

Концевые фрезы подразделяют на:

- Концевые обыкновенные с неравномерным окружным шагом зубьев, с цилиндрическим и коническим хвостовиками;
- Концевые, оснащённые коронками и винтовыми пластинками из твёрдого сплава;
- Концевые шпоночные с цилиндрическим и коническим хвостовиками;
- Шпоночные, оснащённые твёрдым сплавом;
- Концевые для Т-образных пазов;
- Концевые для сегментных шпонок.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Червячные зуборезные фрезы.



Рисунок 21 - фреза червячная цельная



Рисунок 22 - фреза червячная составная

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Червячные зуборезные фрезы относятся к фасонным затылованным фрезам и применяются для нарезания зубчатых колёс нормального зацепления и червячных колёс. Форма профиля зубьев фрезы зависит от профиля нарезаемых зубчатых колёс.

Классификация:

1. По технологическому назначению:

- черновые под последующее зубодолбление и зубофрезерование;
- получистовые под последующее шевингование и шлифование;
- чистовые (претензионные)

2. По конструктивному исполнению:

- цельные;
- составные;
- сборные

3. По отраслевому назначению:

- стандартные;
- специализированные

4. По числу заходов:

- однозаходные;
- двухзаходные;
- трёхзаходные

Однозаходные фрезы являются наиболее точными, так как одним и тем же витком фрезы обрабатываются все впадины нарезаемого колеса. Двухзаходные и трёхзаходные фрезы наиболее производительные.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. По направлению витков:

- правозаходные;
- левозаходные

Типы основных червяков

Режущие кромки червячной зуборезной фрезы располагаются на поверхности витков червяка, который называется основным червяком.

При профилировании червячных фрез используют 3 типа основных червяков:

- эвольвентный;
- архимедов;
- конволютный

2 - осевое сечение; 1 – сечение перпендикулярное оси; 3 – нормальное сечение.

Наиболее правильное зацепление с эвольвентный зубчатым колесом образует эвольвентный червяк.

В сечении 1-1 – эвольвентный профиль, в сечениях 2-2 и 3-3 – криволинейный профиль. Изготовление по сечению 3-3, контроль (по передней поверхности) – по осевому сечению 2-2.

Изготовление и контроль криволинейных профилей эвольвентного червяка вызывает большие трудности, поэтому для нарезания зубчатых колёс применяются червячные фрезы, спрофилированные по архимедову или конволютному профилю.

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наиболее близок к эвольвентному архимедов. В осевом сечении 2-2 имеет прямолинейный трапециевидный профиль, в сечении 1-1 – архимедову спираль, в сечении 3-3 – криволинейный профиль.

Наличие прямолинейного трапециевидного профиля в осевом сечении обеспечивает требуемую точность контроля архимедовых червячных фрез. С архимедовым червяком изготавливаются прецизионные (чистовые) и получистовые фрезы.

Конволютный червяк в сечении 3-3 имеет прямолинейный трапециевидный профиль, в сечении 1-1 – укороченную эвольвенту, в сечении 2-2 – криволинейный профиль.

Фрезы, спрофилированные по конволютному червяку, достаточно просты в изготовлении, но контроль точности их изготовления затруднён. Применяются для предварительного зубонарезания. Для облегчения процесса резания эти фрезы выполняются с положительным передним углом.

Основные конструктивные и геометрические параметры червячных зуборезных фрез, их выбор, назначение, определение. Конструктивные параметры червячных фрез

- Наружный диаметр

С увеличением диаметра уменьшается погрешность профилирования, появляется возможность увеличить число зубьев, увеличить посадочный диаметр, что увеличивает точность, жесткость фрезы, следовательно, повышается производительность, уменьшается шероховатость, огранка, повышается количество переточек, срок службы. Но с увеличением диаметра повышается расход инструментального материала, момент резания, время резания, трудоёмкость изготовления, стоимость фрезы.

Для прецизионных (чистовых) фрез диаметр делается больше, для фрез общего назначения – меньше.

$$d_{ан} \geq 2(H + p + c_1 - 0,5 \cdot d)$$

H – высота зуба;

P – толщина тела фрезы в опасном сечении;

c_1 – размер шпоночной канавки.

D – диаметр посадочного отверстия. У обычных фрез $d = 20 \cdot m^{0,37}$, у прецизионных фрез $d = 27 \cdot m^{0,4}$

- Число заходов

Число заходов не должно быть кратным числу зубьев нарезаемого колеса.

Параметры зуба фрезы

Принимаются по размерам инструментальной рейки.

Шаг по нормали: $t = \pi \cdot m$, осевой шаг: $t_{oc} = \frac{t}{\cos \omega}$,

где ω – угол подъёма витков.

Толщина зуба: $S_n = \frac{\pi \cdot m}{2} \pm$, («+» – учитывает боковой зазор; «-» – учитывает припуск под последующую обработку, так как зуб фрезы тоньше, к колеса – толще).

Высота головки зуба: $h_{ан} = h_{f1}$,

где h_{f1} – высота ножки зуба.

Высота ножки зуба: $h_{fn} = h_{a1} + c \cdot m$,

где c – зазор.

4.6. Итоговый контроль

Письменный тест

Требования теста: ответить на поставленные вопросы.

Вопросы теста.

1. Виды фрез?
2. Материал изготовления фрез?
3. Типы фрез?
4. Область применения фрез?
5. Какие фрезы применяются для фрезерования зубьев и шлицов?
6. Опишите область применения следующих фрез:
 - 6.1.1. Червячная
 - 6.1.2. Концевая дисковая
 - 6.1.3. Торцевая
 - 6.1.4. Дисковая
 - 6.1.5. Цилиндрическая
 - 6.1.6. Угловая
7. Опишите конструктивные особенности червячной фрезы
8. Как производится заточка фрез?

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте была поставлена цель разработать технологический процесс изготовления изделия «Башмак рессоры» и разработать методическое обеспечение для подготовки оператора станков с ЧПУ 4 разряда который будет задействован при изготовлении данного изделия «Башмак рессоры».

При написании данного дипломного проекта было выбрано Японский обрабатывающий центр и Российский металлорежущий инструмент.

Т.к. фирма изготовители оборудования известна на долгом протяжении времени и имеет хорошую репутацию, фирма изготовитель металлорежущего инструмента была выбрана за более низкую цену и близость к предприятию изготовителю что в свою очередь обеспечивает хорошую логистику и короткие сроки поставки металлорежущего инструмента и оснастки, при этом уменьшая вероятность простоя оборудования по причине отсутствия инструмента и оснастки.

Наименование предприятия изготовителя изделия и учебного центра на котором проводится обучение оператора станков с ЧПУ АО НПК
Уралвагонзавод

Наименование предприятия изготовителя инструмента и оснастки
КЗТС (Кировградский Завод Твердых Сплавов).

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. – М: Высшая школа, 1976. – 534 с.
2. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2001. – 169 с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 1. – М: Машиностроение, 1985. – 656 с. 15.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 2. – М: Машиностроение, 1985. – 496 с. 16.
5. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.
6. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Л68 Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил
7. Власов А.Ф. Техника безопасности при обработке металлов резанием [Текст]: Учеб. Пособие для средних профессионально-технических училищ по курсу «Безопасность труда при обработке металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1980. – 80 с.
8. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. Пособие / Авт.-сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-т», 2006. 66 с
9. Информационно-справочный портал по металлургии и литейному делу. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://metalurgu.ru/content/view/317/21833/>) (Дата обращения 07.05.2018г.).
10. Токарные станки по металлу с ЧПУ. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://sib.perytone.ru/metal/1293/>) (Дата обращения 11.05.2018г.).

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: https://studopedia.su/10_64813_tehnologichnost-detaley-obrabativaemih-na-stankah-s-chpu.html) (Дата обращения 26.04.2018г.).

12. Информационно справочный портал по металлургии, литейному делу, промышленной безопасности. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>) (Дата обращения 20.05.2018г.)

13. Электронный каталог «КЗТС», Токарная обработка, 2017. Г. 46.

14. Электронный каталог «КЗТС», Сверление, 2016 г. .39..

15. Электронный каталог «КЗТС», Фрезерование, 2015. Г.

16. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. Пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-т» , 2012. 66. С

17. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728. С.

18. Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1968. – 322.с.

19. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. Пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1991 – 528с.

20. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.

21. Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст]: учеб. Пособие для вузов / И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, Ю.В. Осколкова, В.С. Локтина. Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.- пед. Ун-та, 2010. 148 с. (Б-ка высш. Проф.-пед. Образования).

		22. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию	ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Удостоверен	металлов и режущему инструменту. – М: Машиностроение, 1984. – 400 с.	80

23. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил

24. Панов А.А., Аникин В.В., Бойм Н.Г. и др. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. – М: Машиностроение, 1988. – 736 с.

25. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник:/ под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 376с.

26. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. Пособие для вузов/В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2008. – 414 с.: ил.

27. Справочник нормировщика / А.В. Ахумов, Б.М Генкин, Н.Ю. Иванов и др.; Под общей редакцией А.В. Ахумова. Л., Машиностроение, 1987 – 458 с., ил.

28. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс]. // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 6. (Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059>) (Дата обращения 06.05.2018г.)

29. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. Пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-та, 2013. 137с.

30. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. Гос. Проф.-пед. Ун-т», 2009. 41с.

31. Производство и машиностроение. [Электронный ресурс]. // (Режим Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист ДП 44.03.04.534 98 .ПЗ доступа: <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>) (Дата обращения 12.05.2018г.).

					ДП 44.03.04.837.ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

